

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Juni 2004 (24.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/053435 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01H 3/0070569 Stuttgart (DE). ZIPP, Walter [DE/DE]; Vogel-
sangstrasse 53, 70197 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011694

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Oktober 2003 (22.10.2003)(74) Anwälte: KOLB, Georg usw.; DaimlerChrysler AG,
Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546
Stuttgart (DE).

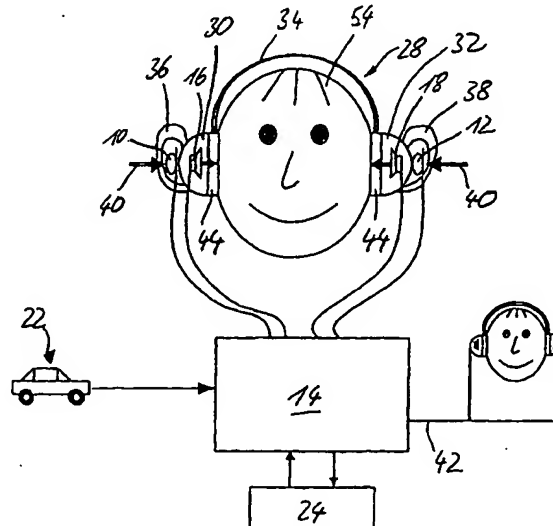
(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CA, CN, MX, PL,
US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 58 095.2 11. Dezember 2002 (11.12.2002) DE(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht
— mit geänderten Ansprüchen

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHLIEP, Michael
[DE/DE]; Grötzinger Strasse 22, 72631 Aichtal (DE).
TÖRGYEKES, Szabolcs [HU/DE]; Bogenstrasse 9D,Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.(54) Title: DEVICE, METHOD AND HEADPHONES FOR REGISTERING AND REPRODUCING NOISES, IN PARTICULAR
FOR ANALYSING ACOUSTIC COMPONENTS IN MOTOR VEHICLES(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERFASSEN UND WIEDERGEBEN VON GERÄUSCHEN, INS-
BESONDERE ZUR AKUSTISCHEN KOMPONENTENANALYSE BEI KRAFTFAHRZEUGEN, UND KOPFHÖRER

"EXPRESS MAIL" LABEL NO.: EV 550580142 US
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER IS BEING DEPOSITED WITH THE
UNITED STATES POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL" POST OFFICE TO
ADDRESS "SERVICE UNDER 37 CFR 1.101 IN AN ENVELOPE ADDRESSED
TO: THE COMMISSIONER OF PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA
22313-1450, ON THIS DATE. THE COMMISSIONER IS HEREBY AUTHORIZED
TO CHARGE ANY FEES ARISING HEREFROM AT ANY TIME TO DEPOSIT
ACCOUNT 16-0877.

06/13/05
DATE

Schliep
SIGNATURE

(57) **Abstract:** The invention relates to a device for registering and reproducing noises, in particular for analysing acoustic components in motor vehicles. According to the invention, at least two microphones are placed in the vicinity of both ears of a user in order to binaurally register noises and to convert the latter into electric signals. The inventive device also comprises two noise protection devices, which are positioned in the vicinity of both ears in order to shield the latter from the registered noises, signal processing means for processing or reproducing the generated electric signal in real time and two sound converters, which are positioned in the vicinity of both ears in order to binaurally generate real time sound signals that correspond to the reproduced or processed signals. Said device is used e.g. for acoustics development in motor vehicles.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/053435 A1



(57) Zusammenfassung: Vorrichtung, Verfahren und Kopfhörer zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen, insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen. Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen, insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen. Erfindungsgemäss sind wenigstens zwei Mikrofone zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren eines Benutzers für die binaurale Erfassung von Geräuschen und für die Umsetzung in elektrische Signale, zwei Geräuschschutzeinrichtungen zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren für die Abschirmung der beiden Ohren von den erfassten Geräuschen, Signalverarbeitungsmittel zur Echtzeitverarbeitung oder Echtzeitweitergabe der erzeugten elektrischen Signale und zwei Schallwandler zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren für die binaurale Echtzeiterzeugung von Schallsignalen entsprechend der weitergegebenen oder verarbeitenden Signale vorgesehen. Verwendung z.B. zur Akustikentwicklung bei Kraftfahrzeugen.

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERFASSEN UND WIEDERGEHEN VON GERAUSCHEN, INSBESONDERE ZUR AKUSTISCHEN KOMPONENTENANALYSE BEI KRAFTFAHRZEUGEN, UND KOPFHÖRER

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erfassen und Wiedergehen von Geräuschen, insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen. Die Erfindung betrifft auch einen Kopfhörer, insbesondere zur Verwendung bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Aus der deutschen Patentschrift DE 195 31 402 C2 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erkennen von Defekten an einem Kraftfahrzeug bekannt. Zum Analysieren von Defekten werden Schwingungen im Fahrgastraum eines Kraftfahrzeugs erfasst und mit gespeicherten Schwingungsmustern verglichen, wobei zu verschiedenen Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs verschiedene Schwingungsmuster abgespeichert sind. Durch Defekte von Komponenten ändert sich deren Eigenfrequenz und bei einem Vergleich der erfassten Schwingungsmuster mit den abgespeicherten Schwingungsmustern kann ein Defekt erkannt werden. Die Analyse der verglichenen Schwingungsmuster erfolgt anhand einer Frequenzanalyse mit Darstellung des Summenspektrums aus gespeichertem Schwingungsmuster und erfasstem Schwingungsmuster.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 198 44 784 A1 ist ein Verfahren zur Ermittlung eines von einem Betreiber subjektiv wahrgenommenen Störgeräusches bekannt, bei dem ein Geräusch eines Kraftfahrzeugs, das von einem Benutzer subjektiv

als störend empfunden wird, aufgenommen wird. Die Erfassung des Geräuschs erfolgt bevorzugt binaural. Mittels einer Signalnachverarbeitung außerhalb des Fahrzeugs wird die Geräuschkulisse dem Benutzer über Kopfhörer vorgespielt und der Benutzer wird gebeten, das Störgeräusch zu identifizieren. Das identifizierte Störgeräusch wird einer Frequenzanalyse unterworfen und derart manipuliert, dass bestimmte Frequenzen oder Gruppen von Frequenzen verstärkt oder abgeschwächt werden. Die Manipulation erfolgt mittels Filterung. Das manipulierte Frequenzspektrum wird in ein Zeitsignal rücktransformiert und dem Benutzer erneut vorgespielt. Der Benutzer soll dann bewerten, ob das Störgeräusch noch vorhanden ist. Entsprechend der Bewertung des Benutzers wird eine entsprechende Maßnahme, speziell eine Reparatur des Fahrzeugs vorgenommen.

Mit der Erfindung sollen eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen, insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen, verbessert werden.

Erfindungsgemäß ist hierzu eine Vorrichtung zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen, insbesondere zu akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen vorgesehen, mit wenigstens zwei Mikrofonen zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren eines Benutzers für die binaurale Erfassung von Geräuschen und für die Umsetzung in elektrische Signale, mit zwei Geräuschschutzeinrichtungen - z. B. mit einer Geräuschdämpfung von 20 dB bei Frequenzen oberhalb von 250 Hz - zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren für die Abschirmung der beiden Ohren von den erfassten Geräuschen, mit Signalverarbeitungsmitteln zur Echtzeitverarbeitung oder Echtzeitweitergabe der erzeugten elektrischen Signale und mit zwei Schallwandlern zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren für die binaurale Echtzeiterzeugung von Schallsignalen entsprechend der weitergegebenen oder verarbeiteten Signale.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung können erfasste Geräusche in Echtzeit gefiltert, manipuliert und gehörrichtig reproduziert werden. Durch die Erfindung werden die Voraussetzungen für eine Echtzeitbeurteilung von Geräuschen geschaffen. Bisherige bekannte aufwendige Verfahren werden dadurch erheblich vereinfacht, so dass eine sinnvolle Anwendung im Entwicklungs- und Servicebereich überhaupt erst möglich wird. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist, dass die Signalverarbeitung in Echtzeit erfolgt und damit kein zeitaufwendiges Postprozessing von Daten vorgenommen werden muss. Vielmehr kann im Falle eines Kraftfahrzeugs ein Geräusch während einer Testfahrt in Echtzeit manipuliert und erneut wiedergegeben werden.

In Weiterbildung der Erfindung weisen die Signalverarbeitungsmittel Einrichtungen zum Verringern oder Erhöhen des durch die Schallwandler abgestrahlten Geräuschpegels gegenüber dem durch die beiden Mikrofone erfassten Geräuschpegel auf.

Auf diese Weise wird eine Echtzeitbeurteilung auch sehr starker oder sehr schwacher Geräusche oder Geräuschanteile möglich, die allein durch das menschliche Ohr nicht sinnvoll beurteilt werden könnten. Vorteilhafterweise kann die passive Abschirmung durch die Ohrmuschel durch ein niederfrequent wirkendes, z. B. 16 - 300 Hz, Geräuschminderungssystem mittels destruktiver Interferenz - bekannt von Headsets für Flugzeugpiloten - kombiniert werden. Damit werden niederfrequente Fahrwerksgeräusche sowie die niedrigen Motorordnungen stark gedämpft. Hochfrequente Anteile, die interferometrisch schwer zu dämpfen sind, werden durch die passive Abschirmung der Ohrmuschel ausreichend gedämpft.

In Weiterbildung der Erfindung weisen die Signalverarbeitungsmittel Filtereinrichtungen zum Ausblenden von Frequenzbereichen des erfassten Geräuschs auf, wobei über die Zeit

gesehen feste oder variable Frequenzbereiche ausblendbar sind.

Auf diese Weise wird eine Komponentenanalyse durch Ausblenden von z.B. Motorordnungen oder Resonanzfrequenzen kritischer Bauteile während einer Testfahrt ermöglicht.

In Weiterbildung der Erfindung weisen die Signalverarbeitungsmittel Steuereinrichtungen zum Steuern der Filtereinrichtungen in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems, insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs auf.

Beispielsweise kann eine Steuerung oder Triggerung der Filtereinrichtung in Abhängigkeit eines Drehzahlsignals, einer Fahrgeschwindigkeit oder eines Einschaltsignals eines Lüfters oder eines Turboladers erfolgen. Die Steuerung der Filtereinrichtungen kann auch in Abhängigkeit eines weiteren Sensors, beispielsweise eines Körperschallsensors, erfolgen.

In Weiterbildung der Erfindung weisen die Steuereinrichtungen Mittel zum Darstellen neuronaler Netze und/oder Fuzzylogik auf.

Durch diese Maßnahmen wird die Darstellung künstlicher Intelligenz möglich.

In Weiterbildung der Erfindung sind Datenbankeinrichtungen, insbesondere zum Abspeichern von Geräuschmustern, vorgesehen.

Auf diese Weise können beispielsweise Geräuschmuster zum Vergleich und zum Dokumentieren von Entwicklungszwischenständen abgespeichert werden.

In Weiterbildung der Erfindung sind Synthetisiereinrichtungen zum Erzeugen von Geräuschmustern aus den erfassten Geräuschen vorgesehen.

Durch diese Maßnahmen wird die Darstellung eines gewünschten Höreindrucks möglich und die Beurteilung des Einflusses von Veränderungen an Komponenten auf das abgegebene Geräusch.

In Weiterbildung der Erfindung weisen die Signalverarbeitungsmittel Mischeinrichtungen zum Zumischen von erzeugten Geräuschemustern und/oder abgespeicherten Geräuschemustern zu den weiterverarbeiteten oder weitergegebenen Signalen auf.

Auf diese Weise kann ein Geräuscheindruck simuliert werden, beispielsweise ein Geräuscheindruck der sich bei einer Ausrüstung mit Sonderausstattungen eines Kraftfahrzeugs ergibt.

In Weiterbildung der Erfindung werden die Mischeinrichtungen in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems, insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, gesteuert. Zur Steuerung können neuronale Netze und Fuzzylogik verwendet werden.

In Weiterbildung der Erfindung ist wenigstens eine Kommunikationsschnittstelle vorgesehen.

Auf diese Weise können Daten an weitere Systeme weitergegeben oder von diesen empfangen werden. Beispielsweise ist auch die Steuerung oder Regelung weiterer Subsysteme möglich. Beispielsweise können Fahrprogramme erstellt werden, die eine Einstellung von Getriebe, Motoren und ggf. Lüfter für eine geringstmögliche Geräuschbelastung vornehmen.

Das der Erfindung zugrunde liegende Problem wird auch durch ein Verfahren zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen, insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen gelöst, bei dem folgende Schritte vorgesehen sind: Binaurales Erfassen von Geräuschen im Bereich der beiden Ohren eines Benutzers und Umsetzen in elektrische Signale unter Abschirmung der beiden Ohren von den Geräuschen, Verarbeiten

oder Weitergeben der erzeugten elektrischen Signale in Echtzeit und binaurales Erzeugen von Schallsignalen im Bereich der beiden Ohren in Echtzeit entsprechend der weitergegebenen oder verarbeiteten Signale.

Bei der Echtzeitsignalverarbeitung kann eine Filterung zum Ausblenden zeitlich konstanter und/oder veränderlicher Frequenzbereiche vorgesehen sein.

Die Filterung kann in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems, insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs und ggf. unter Einsatz von neuronalen Netzen und Fuzzylogik erfolgen.

Eine Synthetisierung von Geräuschmustern aus den erfassten Geräuschen kann vorgesehen sein sowie das Mischen von erfassten, synthetisierten und/oder abgespeicherten Geräuschmustern. Das Mischen kann in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems, insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, erfolgen, wobei das Mischen unter Einsatz von neuronalen Netzen und/oder Fuzzylogik erfolgen kann.

Weiterhin kann ein Datenaustausch und/oder eine Kommunikation mit weiteren Systemen erfolgen.

Das der Erfindung zugrunde liegende Problem wird auch durch einen Kopfhörer, insbesondere zur Verwendung bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren gelöst, mit zwei Abschirmmuscheln für menschliche Ohren und jeweils wenigstens einem Schallwandler in jeder Abschirmmuschel, wobei an einer dem Ohr abgewandten Außenseite jeder Abschirmmuschel wenigstens ein Mikrophon angeordnet ist.

Mittels eines solchen Kopfhörers wird zum einen die gehörrichtige Erfassung von Geräuschen und die gehörrichtige, ggf. manipulierte Wiedergabe von Geräuschen ermöglicht. Dadurch

kann beispielweise während einer Testfahrt im Kraftfahrzeug der Geräuscheindruck in Echtzeit manipuliert werden. Wesentlich ist, dass mit der Erfindung in Echtzeit und somit im wesentlichen gleichzeitig Geräusche gehörrichtig, vorzugsweise binaural, erfasst und wiedergegeben werden können.

In Weiterbildung der Erfindung ist an der dem Ohr abgewandten Außenseite jeder Abschirmmuschel eine Nachbildung eines menschlichen Ohres angeordnet, in deren Bereich sich das Mikrophon befindet.

Durch diese Maßnahmen wird eine gehörrichtige Erfassung nach Art eines Kunstkopfes ermöglicht.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung im Zusammenhang mit den Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine weitere schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem erfindungsgemäßen Kopfhörer und

Fig. 3 ein schematisches Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Darstellung der Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung, die zwei Mikrofone 10, 12 aufweist, die für die Anordnung im Bereich der beiden Ohren eines Benutzers vorgesehen sind. Die Mikrofone 10, 12 erfassen Geräusche an den beiden Ohren des Benutzers und geben diese an einen Echtzeitprozessor 14 weiter. Im Echtzeitprozessor 14 werden die von den Mikrofonen 10, 12 gelieferten Signale verarbeitet oder lediglich durchgeschleift. Beispielsweise kann lediglich der Ge-

räuschpegel verringert oder erhöht werden. Die verarbeiteten oder durchgeschleiften Signale werden dann an zwei Schallwandler 16, 18 ausgegeben, die die erhaltenen elektrischen Signale in Schallsignale umsetzen. Die Schallwandler 16, 18 sind jeweils innerhalb einer Hörmuschel eines Kopfhörers angeordnet. Mittels der Mikrofone 10, 12, die außen an den Hörmuscheln angeordnet sind, und den Schallwandlern 16, 18 innerhalb der Hörmuschel kann somit eine binaurale Geräuscherfassung und Geräuschwiedergabe erfolgen. Die Geräuscherfassung und die Geräuschwiedergabe erfolgt im wesentlichen gleichzeitig, ggf. mit einer zwischengeschalteten Echtzeitverarbeitung der Signale im Echtzeitprozessor 14.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann einem Probanden beim Aufenthalt in einer Umgebung mit Geräuscheinwirkung eine im allgemeinen authentische Hörsituation gewährleistet werden. Mittels des Echtzeitprozessors 14 können bei Bedarf spezielle Bestandteile des Gesamtgeräusches für den Probanden in Echtzeit herausgefiltert werden. Dadurch wird eine in Echtzeit stattfindende Quellenidentifikation von Geräuschen für den Probanden erheblich erleichtert. Dies ist insbesondere bei Entwicklungs- und Instandhaltungsarbeiten von Kraftfahrzeugen von erheblichem Interesse. So können beispielsweise Geräuschursachen an Kraftfahrzeugen, allgemein auch technischen Geräten, mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufgespürt werden.

Bei hochdynamischen Maschinen, wie beispielsweise einem Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor, treten im Betrieb häufig tonale Geräuschanteile auf, die trotz ihres relativ niedrigen Pegels den Charakter des Gesamtgeräusches dominieren. Häufig sind solche tonalen Geräuschanteile der Grund für Kundenbeanstandungen. Die technischen Ursachen dieser tonalen Geräuschanteile liegen oft in der Periodizität dieser mechanischer oder hydraulischer Ereignisse, die in einem festen Zahlenverhältnis zur Motordrehzahl stehen. Die Motordrehzahl selbst wird als Grundordnung oder erste Ordnung bezeichnet. Ein Ver-

zahnungsgeräusch eines Kettenantriebs mit beispielsweise 18 Zähnen am Zahnrad erzeugt dann typischer Weise die sogenannte 18te Motorordnung.

Wird ein Fahrzeug wegen hoher tonaler Geräuschanteile, sogenannter Heulgeräusche, beanstandet, so kann durch eine subjektive Beurteilung allein durch das menschliche Gehör häufig nicht genau genug die frequenzmäßige Lage des tonalen Geräuschanteils erkannt werden. Eine nach der Aufnahme durchgeführte Frequenzanalyse kann neben statischen Töne auch dynamische Töne, beispielsweise Motorordnungen, anhand der synchronen Erfassung der Motordrehzahl exakt analysieren und der technischen Ursache zuordnen. Ein tonaler Geräuschanteil oder ein sogenanntes Heulgeräusch kann beispielsweise von hydraulischen Komponenten der Ölpumpe, von Kettenverzahnungen oder dem Generator abgestrahlt werden. Nach Durchführung der Frequenzanalyse kann ein Heulgeräusch einer bestimmten Motorordnung und möglicherweise einer geräuschverursachenden Baugruppe zugeordnet werden.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann eine solche Analyse von Geräuschen in Echtzeit erfolgen, so dass beispielsweise während einer Probefahrt Motorordnungen wahlweise herausgefiltert werden können, um unter realistischen Bedingungen, speziell gehörrichtiger Erfassung und Wiedergabe von Geräuschen, die Ursache von störenden Geräuschen herauszufinden. Mittels des Echtzeitprozessors 14 wird eine Signalverarbeitung der von den Mikrofonen 10, 12 gelieferten elektrischen Signale durchgeführt. Hierzu erfolgt mittels des Echtzeitprozessors 14 beispielsweise eine digitale Frequenzanalyse und eine Filterung des erhaltenen Frequenzspektrums zum Ausblenden von Frequenzbereichen des erfassten Geräuschs. Hierbei können Frequenzbereiche ausgeblendet werden, die zeitlich gesehen konstant oder variabel sind. Beispielsweise können, wie bereits ausgeführt wurde, Motorordnungen ausgeblendet werden oder auch über die Zeit gesehen konstante Frequenzbereiche, wie Resonanzfrequenzen kritischer Bauteile.

Mittels des Echtzeitprozessors 14 wird auch das manipulierte Frequenzspektrum wieder in ein zeitliches Signal umgesetzt und an die Schallwandler 16, 18 ausgegeben.

Um beispielsweise Motorordnungen ausblenden zu können, erhält der Echtzeitprozessor 14 Eingangsdaten von einem weiteren System oder Subsystem 20, beispielsweise einem Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs. Allgemein werden von dem Subsystem 20 Betriebsdaten zur Verfügung gestellt, die beispielsweise eine Motordrehzahl, eine Fahrgeschwindigkeit, Schaltzustände von Lüftern, den Ladedruck eines Turboladers oder dergleichen umfassen können.

Der Echtzeitprozessor 14 erhält weiterhin Eingangssignale von einem Referenzsensor 22. Ein solcher Referenzsensor kann beispielsweise ein Körperschallsensor sein, der an einem verdächtigen Bauteil angebracht ist. Mittels des Echtzeitprozessors 14 kann dadurch der vom Körperschall des verdächtigen Bauteils erzeugte Geräuschanteil wahlweise herausgefiltert werden, um den subjektiv wahrnehmbaren Beitrag der verdächtigen Komponente zum Gesamtgeräusch in Echtzeit beurteilen zu können. Der Referenzsensor 22 kann aber beispielsweise auch als Mikrophon ausgebildet sein, das außerhalb des Fahrzeuginnenraums angeordnet ist. Auf diese Weise kann beispielsweise der hörbare Einfluss von Windgeräuschen, Reifenabrollgeräuschen und Auspuffmündungsgeräuschen untersucht werden.

Weiterhin kann der Echtzeitprozessor 14 Daten mit einer Datenbank 24 austauschen und Daten von dieser Datenbank 24 erhalten. Die Datenbank 24 ist für das Abspeichern von Geräuschmustern vorgesehen, die mittels der Mikrofone 10, 12 erfasst wurden. Die erfassten Geräuschmuster können gegebenenfalls gefiltert werden. Weiterhin werden in der Datenbank 24 synthetisierte Geräuschmuster abgespeichert, die auf Basis der mittels der Mikrofone 10, 12 erfassten Geräusche erzeugt

wurden. Weiterhin kann die Datenbank 24 zur Speicherung von Geräuschemustern verwendet werden, die beispielsweise vollständig auf Simulation beruhen oder die an anderen Systemen als dem Subsystem 20 erfasst wurden.

Die in der Datenbank 24 abgelegten Geräuschemuster können mittels des Echtzeitprozessors 14 in Echtzeit den Geräuschen, die mittels der Mikrofone 10, 12 erfasst werden, überlagert werden. Durch eine solche Zumischung von Geräuschemustern können Höreindrücke simuliert werden. Beispielsweise kann ein Höreindruck simuliert werden, der sich ergibt, wenn ein Kraftfahrzeug mit einer speziellen Sonderausstattung oder einer anderen Variante eines verbauten Bauteils versehen ist. Das Zumischen abgespeicherter Geräuschemuster kann beispielsweise unter Steuerung von Betriebsdaten des Subsystems 20 oder von Signalen des Referenzsensors 22 erfolgen. Weiterhin kann die Zumischung von Geräuschemustern aus der Datenbank 24, wie auch die Filterung der erfassten Geräusche innerhalb des Echtzeitprozessors 14, mittels künstlicher Intelligenz, dargestellt durch neuronale Netze oder Fuzzylogik, gesteuert werden.

Schließlich ist die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Kommunikationseinheit 26 versehen, über die ein Daten- und Signalaustausch mit weiteren Systemen erfolgen kann. Weitere Systeme können durch Signale von dem Echtzeitprozessor 14 gesteuert oder auch geregelt werden. Beispielsweise kann der Echtzeitprozessor 14 über die Kommunikationseinheit 26 Signale an eine Motorsteuerung abgeben, um einen Verbrennungsmotor möglichst geräuscharm zu betreiben.

In der Darstellung der Fig. 2 ist die Vorrichtung der Fig. 1 detaillierter dargestellt und speziell ist die Anordnung der Mikrofone 10, 12 und der Schallwandler 16, 18 an einem erfindungsgemäßen Kopfhörer 28 zu erkennen. Der Kopfhörer 28 weist in an und für sich konventioneller Weise zwei Abschirmmuscheln 30, 32 auf, die mittels eines Bügels 34 verbunden sind

und jeweils ein Ohr eines Benutzers 54 gegen Umgebungsgeräusche abschirmen. Innerhalb der Abschirmmuschel 30 ist der Schallwandler oder Lautsprecher 16 angeordnet und innerhalb der Abschirmmuschel 32 ist der Schallwandler oder Lautsprecher 18 angeordnet.

Auf der Außenseite der Abschirmmuscheln 30, 32, die dem jeweiligen, abgeschirmten Ohr des Benutzers 54 abgewandt ist, ist jeweils eine künstliche Ohrmuschel 36, 38 oder eine geeignete Anordnung von Schallwandlern, durch deren Zusammenwirken die räumliche Richtcharakteristik einer Ohrmuschel erreicht werden kann, angeordnet. Innerhalb der künstlichen Ohrmuschel 36, die an der Abschirmmuschel 30 angeordnet ist, ist das Mikrofon 10 platziert und innerhalb der künstlichen Ohrmuschel 38, die auf der Abschirmmuschel 32 angeordnet ist, ist das Mikrofon 12 angeordnet. Mittels der künstlichen Ohrmuscheln 36, 38 und der Mikrofone 10, 12 ist eine gehörrichtige, binaurale Erfassung eines Umgebungsgeräuschs möglich, das mittels der Doppelpfeile 40 angedeutet ist. In der schematischen Darstellung der Fig. 2 sind die künstlichen Ohrmuscheln 36, 38 nicht maßstäblich dargestellt. Es ist einzusehen, dass im Sinne eines möglichst realitätsnahen Höreindrucks die künstlichen Ohrmuscheln 36 möglichst nahe am Kopf oder an den Ohren des Benutzers 34 anzuordnen sind.

Die von den Mikrofonen 10, 12 erfassten Geräusche werden von diesen in elektrische Signale umgesetzt und an den Echtzeitprozessor 14 übergeben. Der Echtzeitprozessor 14, der auch als Sound-Prozessor bezeichnet werden kann, führt eine Analyse der dem erfassten Geräusch entsprechenden elektrischen Signale durch. Er enthält mindestens einen Ordnungsfiler, mindestens einen statischen Filter und kann darüber hinaus eine Dokumentation der erfassten Geräusche und durchgeführten Manipulationen bewirken. Beispielsweise können entsprechende Daten in der Datenbank 24 abgelegt oder an eine Anzeigevorrichtung übergeben werden.

Wie bereits ausgeführt wurde, erhält der Echtzeitprozessor 14 Betriebsdaten von einem weiteren System, im dargestellten Fall ein Kraftfahrzeug 22. Vom Kraftfahrzeug 22 kann beispielsweise ein Drehzahlsignal als Triggersignal übergeben werden. Der Echtzeitprozessor 14 ist weiterhin mit einem konventionellen zweiten Kopfhörerausgang 42 versehen, der das Mithören des erfassten oder des manipulierten Geräusches ermöglicht.

Die vom Echtzeitprozessor 14 gefilterten und ggf. weiter manipulierten Signale werden an die Schallwandler 16, 18 ausgegeben, die Schallsignale erzeugen und diese innerhalb der Abschirmmuscheln 30, 32 in Richtung auf die Ohren des Benutzers 34 abstrahlen. Der Benutzer 54 erhält dadurch eine gehörrichtige Wiedergabe des gefilterten und ggf. weiter manipulierten Geräusches. Um dabei eine möglichst gute Abschirmung durch die Abschirmmuscheln 30, 32 zu erreichen, liegen diese mittels jeweils einer flexiblen Abdichtung 44 am Kopf des Benutzers 54 an.

Der erfindungsgemäße Kopfhörer 28 kombiniert somit ein binaurales Kopfbügelmikrofon, wie es in ähnlicher Form aus der akustischen Kunstkopfmessstechnik bekannt ist, mit einem geschlossenen Kopfhörer mit starker Abschirmung. Die Schallerfassung erfolgt durch ein Mikrofon mit künstlicher Ohrmuschel, ähnlich einem Kunstkopf. Die Mikrofone 10, 12 mit den künstlichen Ohrmuscheln 36, 38 sind direkt an den Außenseiten der Abschirmmuscheln 30, 32 und möglichst nahe an den Ohren des Benutzers 34 angeordnet, um die authentische Hörwahrnehmung zu gewährleisten. Im Basiszustand der erfindungsgemäßen Vorrichtung, in dem der Echtzeitprozessor 14 die erfassten Geräusche ohne manipulierende Filterung, jedoch mit einer Gehörrichtigkeitskorrektur, an die Schallwandler 16, 18 weitergibt, hat der Benutzer 54 im wesentlichen den gleichen Höreindruck, als ob er den Kopfhörer 28 nicht tragen würde. Werden die erfassten Signale vom Echtzeitprozessor 14 manipuliert, gewährleistet der sich bei dem Benutzer 54 einstellen-

de Höreindruck die authentische Wahrnehmung des Restgeräusches ohne die gezielt ausgeblendeten Bestandteile.

Im folgenden werden Anwendungsbeispiele für die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren gegeben.

Beim Fahren eines Kraftfahrzeugs mit turboaufgeladenem Verbrennungsmotor stechen aus dem Gesamtgeräusch zwei Bestandteile signifikant heraus. Zum einen ist infolge der Verzahnung des Kettenantriebs der Nockenwelle die achtzehnte Motorordnung zu hören. Zum anderen fällt nach schneller Lastwegnahme das Nachlaufen des Turboladers, dessen Drehzahl kein festes Verhältnis zur Motordrehzahl hat, auf. Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann unter Berücksichtigung der Motordrehzahl ein Bandsperrfilter auf die achtzehnte Motorordnung gelegt werden. Dadurch kann die achtzehnte Motorordnung ausgeblendet werden, ohne die übrige Geräuschwahrnehmung über den geschlossenen Kopfhörer 28 zu beeinträchtigen. Dadurch ist das Heulgeräusch des Kettenantriebs bei keiner Motordrehzahl zu hören und der Vergleich mit dem ungefilterten Signal identifiziert das geräuschverursachende Bauteil, nämlich den Kettenantrieb.

Da die Drehzahl des Turboladers kein festes Verhältnis zur Motordrehzahl hat, kann sein Heulgeräusch nicht durch ein einfaches Motorordnungsfilter ausgeblendet werden. Zur gezielten Steuerung des notwendigen Bandsperrfilters muss die Drehzahl des Turboladers beispielsweise über einen Körperschallsensor, entsprechend einem Referenzsensor 22, erfasst werden. Dadurch können die erforderlichen Filterparameter im Echtzeitprozessor 14 bestimmt werden und das Heulgeräusch des Turboladers kann ausgeblendet werden.

Durch die Echtzeitverarbeitung der Signale im Echtzeitprozessor 14 kann am realen Objekt ein Vergleich des ungefilterten und des gefilterten Geräuschs erfolgen, ohne dass ein Zeitverzug oder eine Reproduktion von Aufzeichnungsgeräten erforder-

derlich wäre. Dadurch werden Beurteilungen erleichtert und Entwicklungszyklen können verkürzt werden.

Als weiteres Beispiel sei die Verwendung separater Mikrofone oder anderer Sensoren erwähnt. Solche separaten Mikrofone oder weitere Sensoren können im Nahfeld einer verdächtigen Geräuschquelle angeordnet werden, so dass Geräuschmuster dieser Quelle erfasst werden. Indem diese erfassten Geräuschmuster an den Echtzeitprozessor 14 übergeben werden, kann dieser das für die Quelle typische Geräuschmuster aus dem Übertragungsweg zwischen den Mikrofonen 10, 12 und den Schallwandlern 16, 18 herausfiltern.

Neben der Herausfilterung von Geräuschmustern erlaubt die mögliche Zumischung anderer Geräuschmuster aus der Datenbank 24 die Simulierung des Austauschs geräuschlich wahrnehmbarer Aggregate in Echtzeit, beispielsweise während einer Probefahrt.

Die Darstellung der Fig. 3 zeigt schematisch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Im Schritt 46 erfolgt das binaurale Erfassen von Geräuschen mittels der Mikrofone 10, 12, die in den künstlichen Ohrmuscheln 36, 38 und somit dann, wenn der Benutzer 54 den Kopfhörer 28 trägt, im Bereich seiner beiden Ohren angeordnet sind. Die Mikrofone 10, 12 setzen die erfassten Geräusche im Schritt 46 in elektrische Signale um und geben diese an den Echtzeitprozessor 14 weiter.

Der Echtzeitprozessor 14 bewirkt im Schritt 48 eine Echtzeitverarbeitung der von den Mikrofonen 10, 12 erzeugten elektrischen Signale. Beispielsweise kann lediglich ein Geräuschpegel erhöht oder erniedrigt werden oder die Signale können gar unverändert wieder an die Schallwandler 16, 18 ausgegeben werden. Üblicherweise erfolgt aber eine Fouriertransformation der von den Mikrofonen 10, 12 erhaltenen zeitlichen Signale, eine Filterung oder sonstige Manipulation im Frequenzbereich.

In Schritt 48 kann auch eine Synthetisierung und Abspeicherung von Geräuschmustern aus den mittels der Mikrofone 10, 12 erfassten Geräuschmustern erfolgen.

In optionalem Schritt 50 kann ein Mischen der von den Mikrofonen 10, 12 erfassten und im Schritt 48 gegebenenfalls manipulierten Geräuschmuster mit abgespeicherten Geräuschmustern im Zeit- oder Frequenzbereich erfolgen.

Im nachfolgenden Schritt 52 werden die gegebenenfalls gefilterten und manipulierten elektrischen Signale nach Rücktransformation in den Zeitbereich an die Schallwandler 16, 18 ausgegeben, die daraufhin eine binaurale und gehörrichtige Erzeugung von Schallsignalen bewirken.

Wesentlich ist, dass mit der Erfindung der subjektive Einfluss von Veränderungen der Geräuschmuster beurteilt werden kann, da eine binaurale Erfassung und Wiedergabe von Schallsignalen unter Berücksichtigung der Empfindlichkeitskurven des menschlichen Gehörs erfolgen. Da Erfassung, Manipulation und Wiedergabe der Geräuschmuster im wesentlichen gleichzeitig, in Echtzeit, erfolgen, lassen sich Geräusche unter realen Testbedingungen, beispielsweise während einer Testfahrt, untersuchen. Dies ist für die subjektive Beurteilung von Geräuschen, deren Authentizität in nicht unerheblichem Maß von der Summe aller Umgebungsbedingungen, wie Sitzvibration, Beschleunigungseinwirkungen und Korrelation mit der Fahrzeugbedienung, z. B. Kuppeln, Gasgeben, abhängt, von wesentlicher Bedeutung. Dadurch lässt sich in Kraftfahrzeugen, insbesondere in mit Störgeräuschen behafteten Prototypen, das Geräusch eines virtuellen Antriebsstrangs simulieren.

Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, die in jedem Fahrzeug vorhandene Hörsituation von störenden Klangkomponenten zu bereinigen und in direkter Korrelation zu Bedienungen des Fahrers mit zusätzlichen, z. B. synthetischen und/oder gesampel-

ten, Klangkomponenten anzureichern. Somit ergibt sich die Möglichkeit, einen virtuellen Motor testzufahren. Insbesondere ein typischer Sportwagen-Sound, der durch gewisse zugemischte Klangkomponenten mit entsprechender Drehzahlabhängigkeit und Lastabhängigkeit, erzeugbar ist, lässt sich direkt erleben und in der authentischen Umgebung eines Fahrzeuges angemessen dosieren. Somit ist das Zielgeräusch konkretisierbar, lange bevor der zukünftige Motor auch nur auf dem Prüfstand läuft.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen, insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Mikrofone (10, 12) zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren eines Benutzers (54) für die binaurale Erfassung von Geräuschen und für die Umsetzung in elektrische Signale, zwei Geräuschschutzeinrichtungen (30, 32) zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren für die Abschirmung der beiden Ohren von den erfassten Geräuschen, Signalverarbeitungsmittel (14) zur Echtzeitverarbeitung oder Echtzeitweitergabe der erzeugten elektrischen Signale und zwei Schallwandler (16, 18) zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren für die binaurale Echtzeiterzeugung von Schallsignalen entsprechend der weitergegebenen oder verarbeiteten Signale vorgesehen sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungsmittel (14) Einrichtungen zum Verringern oder Erhöhen des durch die Schallwandler (16, 18) abgestrahlten Geräuschpegels gegenüber dem durch die beiden Mikrofone (10, 12) erfassten Geräuschpegel aufweisen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
X dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungsmittel (14) Filtereinrichtungen

zum Ausblenden von Frequenzbereichen des erfassten Geräuschs aufweisen, wobei über die Zeit gesehen feste oder variable Frequenzbereiche ausblendbar sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungsmittel (14) Steuereinrichtungen zum Steuern der Filtereinrichtungen in Abhängigkeit von ³ Betriebsparametern eines weiteren Systems (22), insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, aufweisen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass ⁴ die Steuereinrichtungen Mittel zum Darstellen, vorzugsweise Formen der künstlichen Intelligenz wie neuronaler Netze und/oder Fuzzylogik aufweisen.
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Datenbankeinrichtungen (24), insbesondere zum Abspeichern von Geräuschmustern, vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungsmittel (14) Synthetisiereinrichtungen zum Erzeugen von Geräuschmustern aus den erfassten Geräuschen aufweisen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungsmittel (14) Mischeinrichtungen zum Zumischen von erzeugten Geräuschmustern und/oder abgespeicherten Geräuschmustern zu den weiterverarbeiteten oder weitergegebenen Signalen aufweisen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Signalverarbeitungsmittel (14) Steuereinrichtungen
zum Steuern der Mischeinrichtungen in Abhängigkeit von
Betriebsparametern eines weiteren Systems (22), insbeson-
dere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, auf-
weisen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuereinrichtungen Mittel zum Darstellen, vorzugs-
weise Formen der künstlichen Intelligenz wie neuronaler
Netze und/oder Fuzzylogik aufweisen.
11. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens eine Kommunikationsschnittstelle (26) vorgese-
hen ist.
12. Verfahren zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen,
insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei
Kraftfahrzeugen,
dadurch gekennzeichnet, dass
folgende Schritte vorgesehen sind: Binaurales Erfassen
von Geräuschen im Bereich der beiden Ohren eines Benut-
zers und Umsetzen in elektrische Signale unter Abschir-
mung der beiden Ohren von den Geräuschen, Verarbeiten o-
der Weitergeben der erzeugten elektrischen Signale in
Echtzeit und binaurales Erzeugen von Schallsignalen im
Bereich der beiden Ohren in Echtzeit entsprechend der
weitergegebenen oder verarbeiteten Signale.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
bei der Echtzeitsignalverarbeitung eine Filterung zum
Ausblenden zeitlich konstanter und/oder veränderlicher
Frequenzbereiche vorgesehen ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Filterung in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems (22), insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, erfolgt.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Filterung unter Einsatz von künstlicher Intelligenz, insbesondere von neuronalen Netzen und/oder Fuzzylogik erfolgt.
16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Synthetisierung von Geräuschmustern aus den erfassten Geräuschen vorgesehen ist.
17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Mischen von erfassten, synthetisierten und/oder abgespeicherten Geräuschmustern vorgesehen ist.
18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Mischen in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems (22), insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, erfolgt.
19. Verfahren nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Mischen unter Einsatz von künstlicher Intelligenz, insbesondere von neuronalen Netzen und/oder Fuzzylogik erfolgt.
20. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

ein Datenaustausch und/oder eine Kommunikation mit weiteren Systemen erfolgt.

21. Kopfhörer, insbesondere zur Verwendung bei der Vorrichtung und bei dem Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit zwei Abschirmmuscheln (30, 32) für menschliche Ohren und jeweils wenigstens einem Schallwandler (16, 18) in jeder Abschirmmuschel 30, 32),
dadurch gekennzeichnet, dass an einer dem Ohr abgewandten Aussenseite jeder Abschirmmuschel (30, 32) wenigstens ein Mikrofon (10, 12) angeordnet ist.
22. Kopfhörer nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfung des störenden Außengeräusches durch die Abschirmmuscheln im niederfrequenten Bereich durch Methoden der destruktiven Interferenz unterstützt wird.
23. Kopfhörer nach Anspruch 21 oder 22,
dadurch gekennzeichnet, dass an der dem Ohr abgewandten Aussenseite jeder Abschirmmuschel (30, 32) eine Nachbildung (36, 38) eines menschlichen Ohres angeordnet ist, in deren Bereich das Mikrofon (10, 12) angeordnet ist.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 09. März 2004 (09.03.04) eingegangen;
ursprüngliche Ansprüche 1-23 durch geänderte Ansprüche 1-21 ersetzt (5 Seiten)]

Neue Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen, insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen, mit wenigstens zwei Mikrofonen (10, 12) zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren eines Benutzers (54) für die binaurale Erfassung von Geräuschen und für die Umsetzung in elektrische Signale, mit einer Geräuschschutzeinrichtung (30, 32) zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren für die Abschirmung der beiden Ohren von den erfassten Geräuschen, mit Signalverarbeitungsmittel (14) zur Verarbeitung oder Weitergabe der erzeugten elektrischen Signale und mit zwei Schallwandler (16, 18) zur Anordnung im Bereich der beiden Ohren für die binaurale Erzeugung von Schallsignalen entsprechend der weitergegebenen oder verarbeiteten Signale vorgesehen sind, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s mittels der Signalverarbeitungsmittel (14) eine Echtzeitverarbeitung oder Echtzeitweitergabe der erzeugten elektrischen Signale und mittels der zwei Schallwandler (16, 18) eine binaurale Echtzeiterzeugung von Schallsignalen ermöglicht ist und dass die Signalverarbeitungsmittel (14) Filtereinrichtungen zum Ausblenden von Frequenzbereichen des erfassten Geräuschs aufweisen, wobei über die Zeit gesehen feste oder variable Frequenzbereiche ausblendbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Signalverarbeitungsmittel (14) Einrichtungen zum Ver-
ringern oder Erhöhen des durch die Schallwandler (16, 18)
abgestrahlten Geräuschpegels gegenüber dem durch die bei-
den Mikrofone (10, 12) erfassten Geräuschpegel aufweisen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Signalverarbeitungsmittel (14) Steuereinrichtungen
zum Steuern der Filtereinrichtungen in Abhängigkeit von
Betriebsparametern eines weiteren Systems (22), insbeson-
dere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, auf-
weisen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuereinrichtungen Mittel zum Darstellen, vorzugs-
weise Formen der künstlichen Intelligenz wie neuronaler
Netze und/oder Fuzzylogik aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
Datenbankeinrichtungen (24), insbesondere zum Abspeichern
von Geräuschmustern, vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Signalverarbeitungsmittel (14) Synthetisiereinrich-
tungen zum Erzeugen von Geräuschmustern aus den erfassten
Geräuschen aufweisen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Signalverarbeitungsmittel (14) Mischeinrichtungen zum
Zumischen von erzeugten Geräuschmustern und/oder abge-

speicherten Geräuschmustern zu den weiterverarbeiteten oder weitergegebenen Signalen aufweisen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungsmittel (14) Steuereinrichtungen zum Steuern der Mischeinrichtungen in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems (22), insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, aufweisen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtungen Mittel zum Darstellen, vorzugsweise Formen der künstlichen Intelligenz wie neuronaler Netze und/oder Fuzzylogik aufweisen.
10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Kommunikationsschnittstelle (26) vorgesehen ist.
11. Verfahren zum Erfassen und Wiedergeben von Geräuschen, insbesondere zur akustischen Komponentenanalyse bei Kraftfahrzeugen,
wobei folgende Schritte vorgesehen sind: Binaurales Erfassen von Geräuschen im Bereich der beiden Ohren eines Benutzers und Umsetzen in elektrische Signale unter Abschirmung der beiden Ohren von den Geräuschen, Verarbeiten oder Weitergeben der erzeugten elektrischen Signale in Echtzeit und binaurales Erzeugen von Schallsignalen im Bereich der beiden Ohren in Echtzeit entsprechend der weitergegebenen oder verarbeiteten Signale.
dadurch gekennzeichnet, dass das Verarbeiten oder Weitergeben der erzeugten elektrischen Signale in Echtzeit und das binaurale Erzeugen von Schallsignalen in Echtzeit erfolgt

und dass bei der Echtzeitsignalverarbeitung eine Filterung zum Ausblenden zeitlich konstanter und/oder veränderlicher Frequenzbereiche vorgesehen ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Filterung in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems (22), insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, erfolgt.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Filterung unter Einsatz von künstlicher Intelligenz, insbesondere von neuronalen Netzen und/oder Fuzzylogik erfolgt.
14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Synthetisierung von Geräuschmustern aus den erfassten Geräuschen vorgesehen ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass das Mischen von erfassten, synthetisierten und/oder abgespeicherten Geräuschmustern vorgesehen ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass das Mischen in Abhängigkeit von Betriebsparametern eines weiteren Systems (22), insbesondere eines untersuchten Objekts oder Kraftfahrzeugs, erfolgt.
17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass das Mischen unter Einsatz von künstlicher Intelligenz, insbesondere von neuronalen Netzen und/oder Fuzzylogik erfolgt.

18. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
ein Datenaustausch und/oder eine Kommunikation mit weiteren Systemen erfolgt.
19. Kopfhörer, insbesondere zur Verwendung bei der Vorrichtung und bei dem Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
zwei Abschirmmuscheln (30, 32) für menschliche Ohren,
dass jeweils wenigstens ein Schallwandler (16, 18) in jeder Abschirmmuschel (30, 32) vorgesehen sind und
dass an einer dem Ohr abgewandten Aussenseite jeder Abschirmmuschel (30, 32) wenigstens ein Mikrofon (10, 12) angeordnet ist.
20. Kopfhörer nach Anspruch 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Dämpfung des störenden Außengeräusches durch die Abschirmmuscheln im niederfrequenten Bereich durch Methoden der destruktiven Interferenz unterstützt wird.
21. Kopfhörer nach Anspruch 19 oder 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
an der dem Ohr abgewandten Aussenseite jeder Abschirmmuschel (30, 32) eine Nachbildung (36, 38) eines menschlichen Ohres angeordnet ist, in deren Bereich das Mikrofon (10, 12) angeordnet ist.

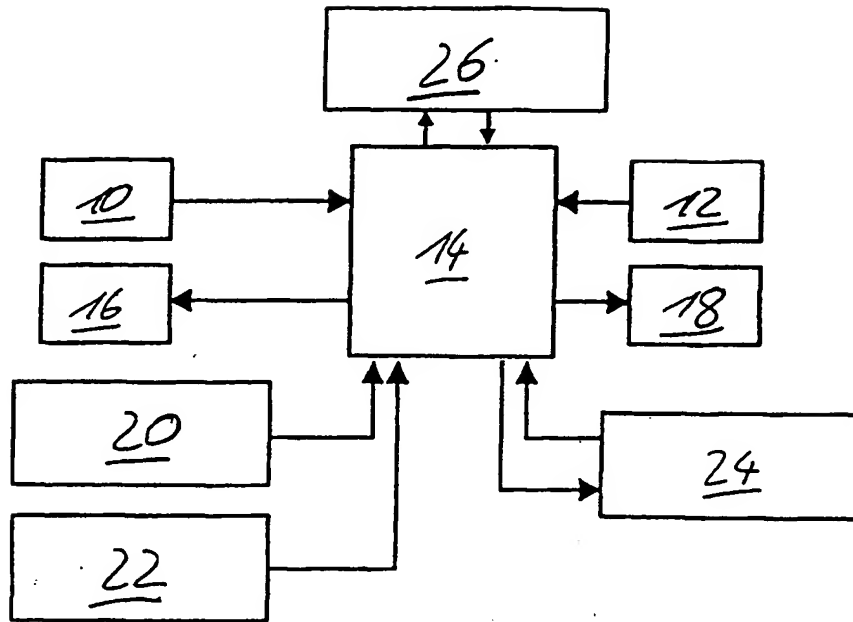


Fig. 1

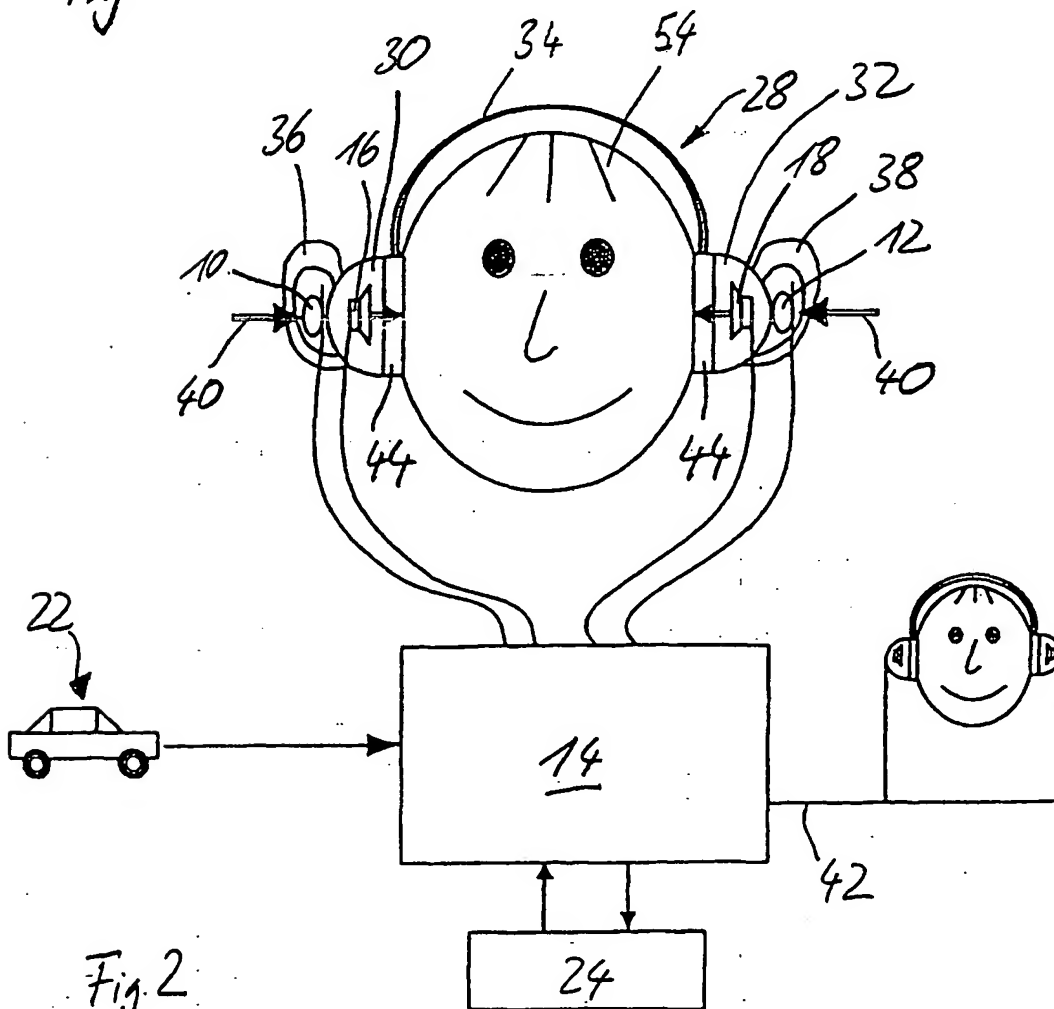


Fig. 2

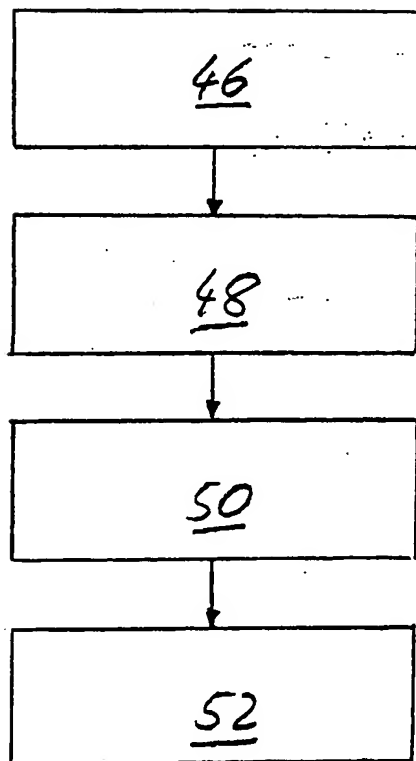


Fig. 3

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01H3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01H G10K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 541 (M-1488), 29 September 1993 (1993-09-29) -& JP 05 147481 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 15 June 1993 (1993-06-15) abstract	1-3, 12, 13
A		4
A	DE 31 33 107 A (HOFMANN MICHAEL; KLEIN THOMAS; LEHNERT VOLKER) 10 March 1983 (1983-03-10) page 8, line 8 -page 10, line 10; figures 1,2 --- -/--	1, 21

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 January 2004

Date of mailing of the international search report

11/02/2004

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Anderson, A

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 537 (E-1006), 27 November 1990 (1990-11-27) - & JP 02 226999 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 10 September 1990 (1990-09-10) abstract ---	1, 23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 304 (M-1427), 10 June 1993 (1993-06-10) & JP 05 024482 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 2 February 1993 (1993-02-02) abstract ---	3, 4, 13, 14
A	EP 0 570 229 A (AUTO KONIG) 18 November 1993 (1993-11-18) column 4, line 36 - line 47; claim 1; figure 1 ---	1
A	DE 198 44 784 A (DAIMLER CHRYSLER AG ;HEAD- ACOUSTICS GMBH (DE)) 13 April 2000 (2000-04-13) cited in the application ---	
A	DE 195 31 402 A (FICHTEL & SACHS AG) 27 February 1997 (1997-02-27) cited in the application -----	

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 05147481	A	15-06-1993	NONE	
DE 3133107	A	10-03-1983	DE 3133107 A1	10-03-1983
JP 02226999	A	10-09-1990	JP 2520470 B2	31-07-1996
JP 05024482	A	02-02-1993	NONE	
EP 0570229	A	18-11-1993	JP 5312635 A	22-11-1993
			AU 3850293 A	18-11-1993
			DE 69312163 D1	21-08-1997
			DE 69312163 T2	08-01-1998
			EP 0570229 A2	18-11-1993
			US 5602337 A	11-02-1997
DE 19844784	A	13-04-2000	DE 19844784 A1	13-04-2000
			US 6549628 B1	15-04-2003
DE 19531402	A	27-02-1997	DE 19531402 A1	27-02-1997
			ES 2120370 A1	16-10-1998
			FR 2738075 A1	28-02-1997
			FR 2739713 A1	11-04-1997
			GB 2305328 A	02-04-1997
			JP 3074461 B2	07-08-2000
			JP 9127957 A	16-05-1997
			JP 2000221985 A	11-08-2000
			US 5748748 A	05-05-1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01H3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01H G10K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 541 (M-1488), 29. September 1993 (1993-09-29) -& JP 05 147481 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 15. Juni 1993 (1993-06-15)	1-3, 12, 13
A	Zusammenfassung	4
A	DE 31 33 107 A (HOFMANN MICHAEL; KLEIN THOMAS; LEHNERT VOLKER) 10. März 1983 (1983-03-10) Seite 8, Zeile 8 -Seite 10, Zeile 10; Abbildungen 1,2	1, 21
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

8 Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Januar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Anderson, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung (Erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile)	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 537 (E-1006), 27. November 1990 (1990-11-27) -& JP 02 226999 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 10. September 1990 (1990-09-10) Zusammenfassung ---	1,23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 304 (M-1427), 10. Juni 1993 (1993-06-10) & JP 05 024482 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 2. Februar 1993 (1993-02-02) Zusammenfassung ---	3,4,13, 14
A	EP 0 570 229 A (AUTO KONIG) 18. November 1993 (1993-11-18) Spalte 4, Zeile 36 - Zeile 47; Anspruch 1; Abbildung 1 ---	1
A	DE 198 44 784 A (DAIMLER CHRYSLER AG ;HEAD ACOUSTICS GMBH (DE)) 13. April 2000 (2000-04-13) in der Anmeldung erwähnt ---	
A	DE 195 31 402 A (FICHTEL & SACHS AG) 27. Februar 1997 (1997-02-27) in der Anmeldung erwähnt -----	

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Öffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 05147481	A	15-06-1993	KEINE	
DE 3133107	A	10-03-1983	DE 3133107 A1	10-03-1983
JP 02226999	A	10-09-1990	JP 2520470 B2	31-07-1996
JP 05024482	A	02-02-1993	KEINE	
EP 0570229	A	18-11-1993	JP 5312635 A	22-11-1993
			AU 3850293 A	18-11-1993
			DE 69312163 D1	21-08-1997
			DE 69312163 T2	08-01-1998
			EP 0570229 A2	18-11-1993
			US 5602337 A	11-02-1997
DE 19844784	A	13-04-2000	DE 19844784 A1	13-04-2000
			US 6549628 B1	15-04-2003
DE 19531402	A	27-02-1997	DE 19531402 A1	27-02-1997
			ES 2120370 A1	16-10-1998
			FR 2738075 A1	28-02-1997
			FR 2739713 A1	11-04-1997
			GB 2305328 A	02-04-1997
			JP 3074461 B2	07-08-2000
			JP 9127957 A	16-05-1997
			JP 2000221985 A	11-08-2000
			US 5748748 A	05-05-1998

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant:

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.